



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 18 906 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 05 D 7/00**  
F 03 D 11/00

②① Aktenzeichen: 101 18 906.0  
②② Anmeldetag: 25. 5. 2001  
④③ Offenlegungstag: 28. 11. 2002

DE 101 18 906 A 1

⑦① Anmelder:  
Müller, Holger, 01855 Sebnitz, DE

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren und Vorrichtung für die Beschichtung von Rotorblättern von Windkraftanlagen

⑤⑦ Rotorblätter von Windkraftanlagen werden bislang mit herkömmlichen Beschichtungswerkstoffen auf organischer Werkstoffbasis beschichtet. Die Ausführung von Beschichtungen vor Ort an Windkraftanlagen ist zudem nur bedingt in technisch einwandfreier Qualität möglich. Um die Qualität und damit die Lebensdauer der Beschichtung von Rotorblattoberflächen bzw. Rotorblättern insgesamt zu verbessern sowie die entsprechenden Maßnahmen zu dem am Standort der Windkraftanlage auszuführen, ist die Beschichtung mittels einer multifunktionalen Hartschicht auf nanotechnologischer Basis in einer am Rotorblatt auszubildenden Kammer auszuführen. Das Verfahren und die Vorrichtung für die Ausführung ist für Windkraftanlagen vorgesehen.

DE 101 18 906 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung für die Pflege, die Wartung sowie die Beschichtung, einschließlich deren eventuellen Erneuerung, von Rotorblättern an Windkraftanlagen direkt und/oder in deren unmittelbaren Nähe.

[0002] An Windkraftanlagen sind die Rotorblätter die Bauteile und Elemente, die besonders hohen Beanspruchungen unterliegen.

[0003] Diese besonders hohen Beanspruchungen konzentrieren sich in besonders hohem Maß auf die Oberfläche des Rotorblattes als dessen Außenhaut.

[0004] Die Oberfläche des Rotorblattes ist zum einen den Beanspruchungen durch die Elemente Wasser, Wärme/Kälte und Sonne, besonders deren Wechselwirkungen, ausgesetzt und zum anderen denen in der Folge mechanischer Bewegungen, so durch Eigenschwingungen.

[0005] Zu den Beanspruchungen durch diese Medien, die mitunter gegenüber der Oberfläche des Rotorblattes besonders aggressiv, so z. B. "saurer Regen", sind, kommen noch die hinzu, die durch Wind und Rotationsbewegungen verursacht werden.

[0006] Die Oberflächen von Rotorblättern, die wie die Rotorblätter selbst, fast ausschließlich aus nichtmetallischen, organischen Werkstoffen und Materialien bestehen, sind außerordentlich vielfältigen und extrem hohen Beanspruchungen ausgesetzt.

[0007] Windkraftanlagen und insbesondere deren Rotorblätter, die die Energie des natürlichen Windes in zunächst mechanische Energie wandeln, verkörpern einen sehr hohen Investitions- bzw. Anlagenwert.

[0008] Für die teuren, kostenintensiven Rotorblätter wird daher eine Lebensdauer von 20 Jahren angestrebt.

[0009] Um eine solche Lebensdauer von Rotorblättern gewährleisten zu können, ist es unabdingbar, die Oberfläche von Rotorblättern permanent, hinsichtlich ihrer Beschaffenheit, in der Folge von mit wechselnder Intensität auf sie einwirkender zerstörerischer Beanspruchungen, zu prüfen, zu kontrollieren und Maßnahmen für den Erhalt bzw. die Wiederherstellung einer qualitativ und auch funktionell einwandfreien Oberfläche festzulegen und letztlich auszuführen.

[0010] Diese Maßnahmen beinhalten somit den Schutz der Oberfläche vor Vereisung ebenso, wie den vor UV-Strahlen.

[0011] Aus dem Stand der Technik, aus dem DE 297 09 342 U1 und aus dem DE 298 05 833 U1 sind Vorschläge und Maßnahmen bekannt, die die Qualität der Oberfläche eines Rotorblattes ganz entscheidend verbessern, deren Standfestigkeit gegenüber den wechselnden Beanspruchungen erhöhen und damit insgesamt die Lebensdauer von Rotorblättern, z. B. auch durch ein Verfahren mit bekannten "Lotuseffekt", verlängern. Im Gegensatz zu allen bis dahin bekannten und angewandten Beschichtungen und Beschichtungstechnologien, wird in vorgenannten Veröffentlichungen vorgeschlagen, die Oberfläche anorganisch, silikatglasähnlich, z. B. mittels einer Beschichtung, die nach dem Sol-Gel-Prozess/Verfahren erzeugt ist, auszubilden.

[0012] Eine solche Beschichtung ist UV-beständig und Temperaturwechselbeanspruchungen gegenüber außerordentlich stabil. Hinzu kommt noch ein wichtiger Selbstreinigungseffekt, ähnlich dem Lotus-Effekt.

[0013] Die DE 199 09 698 A1 gibt eine Vorrichtung für die Durchführung von Reparatur- und Serviceleistungen an Rotorblättern von Windkraftanlagen an.

[0014] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren für die Ausbildung von funktionellen Beschichtungen bzw. Ober-

flächen von Rotorblättern von Windkraftanlagen vorzuschlagen und Vorschläge für eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben.

[0015] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe der Erfindung durch die Ausführung der Maßnahmen, die, in dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 und den diese ausgestaltenden der Unteransprüche 2.-5., vorgeschlagen sind, gelöst.

[0016] Die Ausführung dieser erfindungsgemäßen Maßnahmen an Rotorblättern von Windkraftanlagen gewährleisten, dass deren Oberflächenbeschichtung, auf Grund von deren anorganischer Beschaffenheit bzw. Natur, UV-beständig ist. Dass, bedingt durch den silikatglas- bzw. keramikähnlichen Charakter der Oberflächenbeschichtung ein optimaler Schutz gegenüber mechanischen Beanspruchungen durch Erosion, Abrieb und ähnlichen ebenso gegeben ist, wie gegenüber chemischen, seien es "saurer Regen" oder andere Schadstoffe.

[0017] Für den Fachmann für den Oberflächenschutz von Windkraftanlagen, insbesondere deren Rotorblätter, ist der erfindungsgemäßen Lehre, die Oberfläche eines Rotorblattes mit einer Folie zu kaschieren, auch die Anleitung zum Handeln zu entnehmen, sich dafür einer "heizbaren" Folie zu bedienen.

[0018] Mittels einer solchen, einer heizbaren Tapete vergleichbaren Folie bzw. vergleichbaren Beschichtung wird die Ausbildung einer Eisschicht, eine Vereisung des Rotorblattes verhindert.

[0019] Für die Ausführung und Durchführung der erfindungsgemäßen Maßnahmen zum Oberflächenschutz und damit der Verlängerung der Lebensdauer von Rotorblättern sowie der Nutzungsdauer von Windkraftanlagen insgesamt, gibt die vorliegende Erfindung eine erfindungsgemäße Vorrichtung an.

[0020] Mittels dieser erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es möglich, am Standort von Windkraftanlagen, das erfindungsgemäße Verfahren nach Anspruch 1 bis 6 auszuführen. Die angegebene erfindungsgemäße Vorrichtung ist darüber hinaus jedoch hervorragend prädestiniert, an den Rotorblättern, vor Ort, Maßnahmen, die auf die Pflege, Wartung und Kontrolle von Windkraftanlagen insgesamt gerichtet sind, auszuführen.

[0021] Das Basiselement, durchaus auch als Kernstück zu betrachten, der erfindungsgemäßen Vorrichtung, ist die das Rotorblatt partiell, in Ring- oder U-Form, umfassende Umhausung, die zur Ausbildung einer Kammer führt.

[0022] Die vorliegende Erfindung lehrt, diese Kammer so auszubilden, dass sie sich stets den über die Gesamtlänge des Rotorblattes unterschiedlichen Querschnitt so anpasst, dass in jeder Position der Kammer gegenüber dem Rotorblatt ein relativ abgedichteter Raum gebildet wird.

[0023] Diese Kammer ist, einem Arbeitsraum vergleichbar, begehbare.

[0024] Die Ausbildung der Kammer, deren Unterteilung in übereinander und/oder nebeneinander befindliche Arbeitsräume wird vor allem eine Frage sein, die ausschließlich aus praktischen Erwägungen zu entscheiden sein wird.

[0025] So ist es u. a. auch vorstellbar, übereinander befindliche Arbeitsräume so auszubilden, dass deren Raumhöhen als eine Raumhöhe zur Verfügung steht.

[0026] Eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird anhand von Zeichnungen näher erläutert.

[0027] Es zeigen:

[0028] Fig. 1 eine, von einer mobilen Basis aus, vertikal und horizontal bewegbare, ein Rotorblatt (1) umschließende Kammer (2), die partiell mit ihrer Hülle (3) um das Rotorblatt (1) eine Umhausung (3) bildet, aus bzw. in der partiell die Oberfläche eines Rotorblattes z. B. beschichtbar ist.

[0029] Fig. 2 eine Schnittdarstellung, in vertikaler Richtung, einer Kammer (2) mit zwei übereinander angeordneten Kabinen (5, 6), die voneinander, z. B. zwecks Ausführung unterschiedlicher Arbeitsschritte, trennbar, jedoch z. B. mittels Leiter in beiden Richtungen begehbar, sind. Mittels der Vorkehrungen (4), die horizontal bewegbar sind, ist eine Anpassung an den jeweiligen Profilquerschnitt des Rotorblattes (1) gewährleistet. Außer der Führung und Arretierung der Kammer (2) vom Boden aus, ist es naheliegend, die Kammer auch am Turm zu führen.

[0030] Fig. 3 die Draufsicht auf den Boden einer Kammer (2) mit dem in seinem Querschnittsprofil von den horizontal bewegbaren Vorkehrungen (4) umfassten Rotorblatt (1).

[0031] Fig. 4 eine Schnittdarstellung, in vertikaler Richtung, des Bodens oder des Daches der Kammer sowie das umfasste Rotorblatt (1).

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Beschichtung von Rotorblättern von Windkraftanlagen an deren Standort und/oder dessen unmittelbarer Nähe, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorblatt (1) partiell von wenigstens einer, gegenüber dem Rotorblatt (1) abgedichteten Kammer (2) umschlossen wird, dass der partiell von der Kammer (2) umschlossene Bereich der Oberfläche des Rotorblattes (1) von Staub, Fett, Wasser und ähnlichen, die Qualität einer Oberflächenbeschichtung negativ beeinflussenden Medien, befreit wird, dass Beschädigungen, Schadstellen u. ä. der Oberfläche des Rotorblattes behoben bzw. repariert werden, dass der von der Kammer (2) umschlossene Bereich der Oberfläche des Rotorblattes (1) für eine nachfolgende Beschichtung untergrundvorbehandelt wird, dass auf dem untergrundvorbehandelten Bereich der Oberfläche des Rotorblattes (4) eine Beschichtung () mittels eines Beschichtungsverfahrens, vergleichbar einem aus der Nass- oder Trockenlack (z. B. Pulver) -technik bekannten und/oder mittels einer vorgebildeten Schicht, z. B. einer mit Haftmittel ausgerüsteten Folie, ausgebildet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren an dem Rotorblatt (1) partiell aus der gegenüber dem Rotorblatt (1) quer zu dessen Längsrichtung gleitend beweglichen, abgedichteten Kammer (2) ausgeführt wird, bis die Gesamtoberfläche beschichtet ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren nicht gleichzeitig an der Gesamtoberfläche des Rotorblattes ausgeführt wird, um partiell eine Beschichtung, mit spezifischen, funktionellen Eigenschaften, aufzubringen.
4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung () die den äußeren Abschluss des Rotorblattes (4) bildet, die sowohl im sogenannten Nasslackverfahren als auch mittels einer mit oder ohne Haftmittel versehenen Folie aufgebracht wird, eine multifunktionale Hartschicht ist, auf nanotechnologischer Basis, mit silikatischen und/oder keramischen Eigenschaften, vergleichbar einer Easy-to-clean-Oberfläche oder mit Lotus-Effekt versehener Kunststoffoberfläche beruht.
5. Verfahren nach Anspruch 1 und 2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (), die den äußeren Abschluss des Rotorblattes (1) bildet, die sowohl im sogenannten Nasslackverfahren als auch mittels einer mit oder ohne Haftmittel versehenen Folie aufgebracht ist, ein synthetischer polymerer und/oder elastomerer Werkstoff ist.

6. Vorrichtung für die Beschichtung von Rotorblättern von Windkraftanlagen bzw. zur Ausbildung von funktionellen Oberflächen an selbigen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorblatt (1) in seinem Umfang, quer zur Längsrichtung, partiell, in Ring- oder U-Form-ähnlicher Konstruktion, von einer Kammer (2) um bzw. an dem Rotorblatt (1) bildenden Umhausung (3) umfasst ist, dass der Innenraum dieser Kammer (2), durch die Oberfläche des Rotorblattes (1) einerseits und andererseits durch die Hülle (3) der Umhausung (3) begrenzt, volumenmäßig veränderbar ist, in dem sich die Unterseite (Boden) und die Oberseite (Decke/Dach) der Kammer (2) in ihren Flächen veränderbar dem Profil des Querschnittes des Rotorblattes (1) anpassen und dass die Kammer (2) in der Längsrichtung des Rotorblattes (1) einer Hubbühne oder einer Aufzugkabine vergleichbar, heb- und senkbar bewegbar ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in der Kammer (2) wenigstens eine Vorkehrung (4) so ausgebildet bzw. angeordnet ist, dass der Innenraum, der durch das Rotorblatt (1), die Außenwand der Kammer (2) sowie deren Unter- und Oberseite definiert ist, teilbar ist, dass mittels der wenigstens einen Vorkehrung (4) die Kammer (2) in wenigstens zwei Kabinen (5, 6) teilbar ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kammer (2) horizontal, in wenigstens zwei Etagen und/oder vertikal in Kabinen (5, 6) die als Arbeitsräume fungieren, teilbar ist.
9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kammer (2) bzw. deren Kabinen (5, 6) mit Technik für Ausführung von Beschichtungen bzw. das Aufbringen von funktionellen Schichten, auch in Form von Folien, auf die Oberfläche des Rotorblattes sowie zur Wartung und Inspektion des Rotorblattes (1) ausgerüstet ist.
10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die, in nahezu senkrechter Richtung, gegenüber dem in senkrechter, nahezu parallel zum Turm, arretierter Position befindlichen Rotorblatt (1), bewegbare Kammer (2) über bzw. von einem kragarmähnlichen Ausleger eines Autodrehkranes oder ähnlicher und/oder von einer am Mast der Windkraftanlage vorgesehenen Vorkehrung betreibbar ist.
11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kammer (2) mittels Tür, Luke o. ä. für das in ihr arbeitende Personal begehbar ist und mit Vorkehrungen für die Ver- und Entsorgung mit Elektroenergie, Luft, Wasser u. ä., auch für den Betrieb der installierten Technik, versehen ist.
12. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Technik für die Beschichtung und die Vorkehrung für die Ver- und Entsorgung in vorteilhafter Weise an der dem Rotorblatt (1) zugewandten Innenseite der Hülle der Kammer (2) und/oder deren Unterseite angeordnet ist.

- Leerseite -

Fig. 1

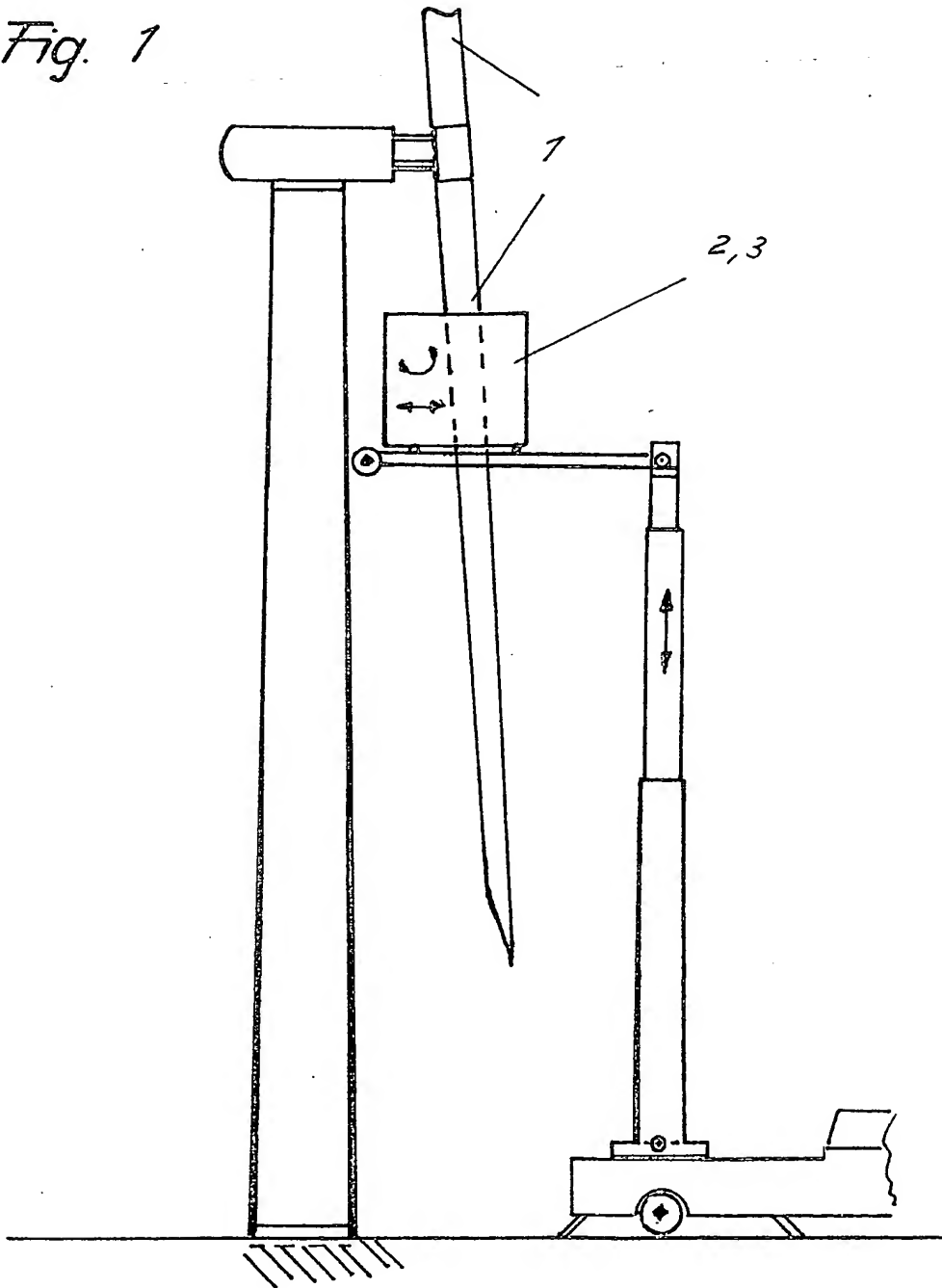


Fig. 4

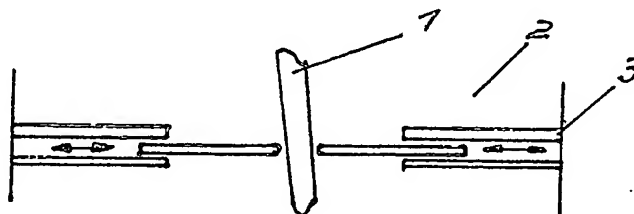


Fig. 2

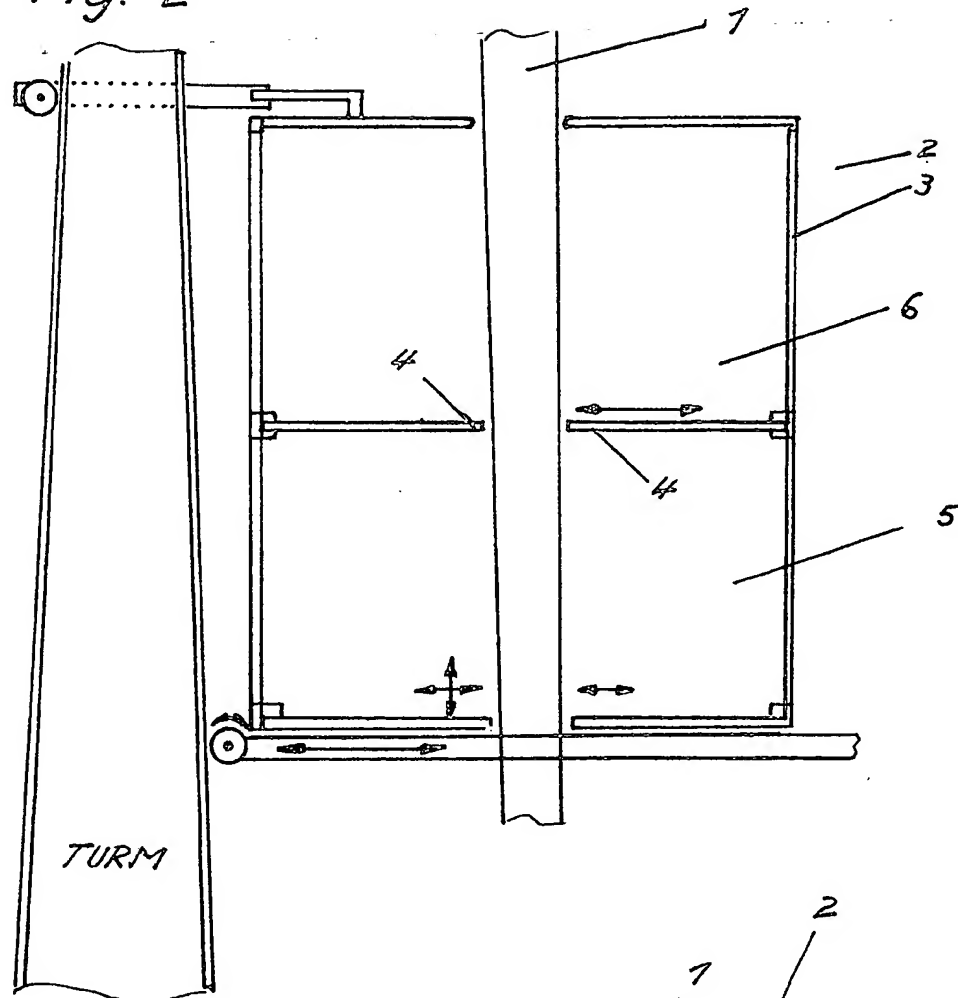


Fig. 3

